

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10189251  
PUBLICATION DATE : 21-07-98

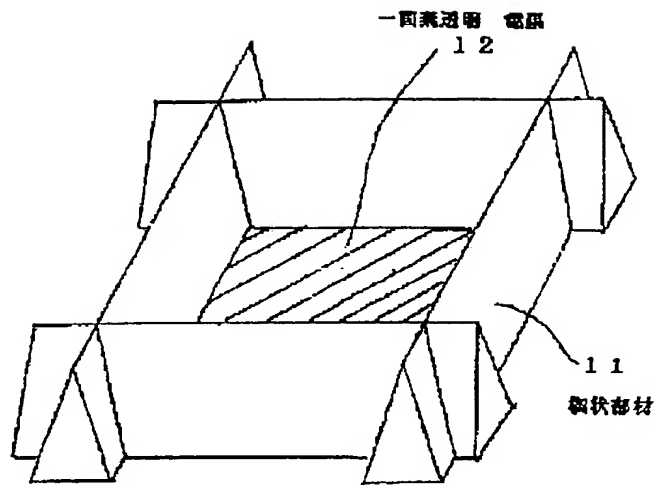
APPLICATION DATE : 27-12-96  
APPLICATION NUMBER : 08358890

APPLICANT : PIONEER ELECTRON CORP;

INVENTOR : SUGIURA SATOSHI;

INT.CL. : H05B 33/22 G09F 9/30 // F21V 8/00

TITLE : DISPLAY DEVICE



**ABSTRACT :** **PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a display device with high light taking out efficiency by arranging an angle conversion means which converts the outgoing angle of light emitted from a luminescent layer and emits it to the outside in a transparent substrate.

**SOLUTION:** In a display device in which a thin film layer containing a luminescent layer is stuck to a transparent substrate and light emitted from the luminescent layer is emitted to the outside through the transparent substrate, an angle conversion means which converts the outgoing angle of light emitted from the luminescent layer and emits it to the outside is arranged in the transparent substrate. For example, as the angle conversion means, a metal wedge member 11 is embedded in the glass substrate so as to surround a luminescent region corresponding to each pixel of an organic EL element. The wedge member 11 has the cross section of an equilateral triangle, and part of light emitted from the organic luminescent layer is reflected with the equal sides. When the reflected light is emitted to the air, an incidence angle on the interface between the glass substrate and air is made smaller than a critical angle of glass and air.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-189251

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 5 B 33/22

H 0 5 B 33/22

G 0 9 F 9/30

3 6 5

G 0 9 F 9/30

3 6 5 D

// F 2 1 V 8/00

6 0 1

F 2 1 V 8/00

6 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-358890

(22) 出願日 平成8年(1996)12月27日

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72) 発明者 窪田 義久

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

イオニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 杉浦 聡

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

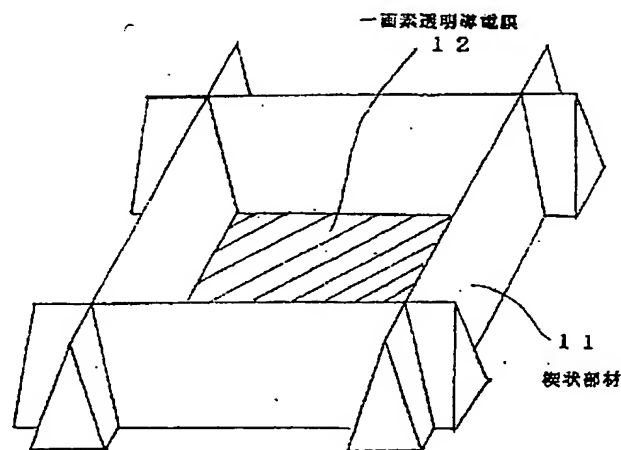
イオニア株式会社総合研究所内

(54) 【発明の名称】 ディスプレイ装置

(57) 【要約】

【課題】 放射効率の高いディスプレイ装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 発光層を含む薄膜層が透明基板に密着固定されるとともに発光部から出射された光が透明基板を通じて外部に放射されるディスプレイ装置において、透明基板内に発光部から出射された光の出射角度を変換して外部に放射する角度変換手段を設けたことを特徴とする。また、角度変換手段は臨界角よりも大きい角度で出射された光の角度を臨界角よりも小さい角度に変換するものであることを特徴とする。また、角度変換手段は発光部から出射された光を反射する反射部材からなることを特徴とし、反射部材は断面が楔状に形成されるとともに間隙と対向する位置に設置されることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光層を含む薄膜層が透明基板に密着固定されるとともに該発光層から出射された光が該透明基板を通じて外部に放射されるディスプレイ装置において、

前記透明基板内に前記発光層から出射された光の出射角度を変換して外部に放射する角度変換手段を設けたことを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項2】 前記角度変換手段は前記発光層から出射された光のうち前記透明基板の外部との境界面に対して臨界角よりも大きい角度で出射された光の角度を該臨界角よりも小さい角度に変換するものであることを特徴とする請求項1に記載のディスプレイ装置。

【請求項3】 前記角度変換手段は前記透明基板の外部との境界面に対して臨界角よりも大きい角度をもって前記発光層から出射された光の角度を前記臨界角よりも小さい角度に変換して、変換された光を前記境界面に入射させることを特徴とする請求項1に記載のディスプレイ装置。

【請求項4】 前記角度変換手段は前記発光層から出射された光を反射する反射部材からなることを特徴とする請求項1ないしは請求項3に記載のディスプレイ装置。

【請求項5】 前記発光層は矩形状に形成されるとともにそれぞれ所定の間隙においてマトリクス状に配置されており、前記反射部材は断面が楔状に形成されるとともに前記間隙と対向する位置に設置されることを特徴とする請求項4に記載のディスプレイ装置。

【請求項6】 前記角度変換手段は前記透明基板とは屈折率の異なる透明部材で構成され前記透明基板を経て入射された光を屈折させることでその角度を変換するものであることを特徴とする請求項1ないしは請求項3に記載のディスプレイ装置。

【請求項7】 前記発光層は矩形状に形成されるとともにそれぞれ所定の間隙においてマトリクス状に配置されており、前記透明部材は断面が楔状に形成されるとともに前記間隙と対向する位置に設置されることを特徴とする請求項6に記載のディスプレイ装置。

【請求項8】 前記発光層は有機化合物からなることを特徴とする請求項1ないしは7に記載のディスプレイ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子等を用いるディスプレイ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、ガラス板、あるいは透明な有機フィルム上に形成した蛍光体に電流を流して発光させる有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子と称する）が知られている。有機EL素子としては、図

9に示すように、金属電極である陰極6と透明電極である陽極2との間に、有機化合物からなる有機正孔輸送層3、有機化合物からなる有機発光層4、有機化合物からなる有機電子輸送層5、及び陰極6が順に積層された構造に代表される。陽極2と陰極6は外部の電源7に接続され通電される。

【0003】有機正孔輸送層3は陽極2から正孔を輸送する機能と電子をブロックする機能を有し、有機電子輸送層5は陰極6から電子を輸送する機能を有している。これら有機EL素子において、陽極2の外側にはガラス基板91が配されており、陰極6から注入された電子と陽極2から有機発光層4へ注入された正孔との再結合によって励起子が生じ、この励起子が放射失活する過程で光を放ち、この光が陽極2及びガラス基板91を介して外部に放出される。

【0004】陽極2には、インジウム錫酸化物（以下、ITOという）、錫酸化物等の仕事関数が大きく、発光を外部に放出させる透明導電性材料が用いられる。また、陰極6には、アルミニウム（Al）、マグネシウム（Mg）、インジウム（In）、銀（Ag）の単体金属又はこれらのAl-Mg、Ag-Mg等の合金であって仕事関数が小さな材料が用いられる。

【0005】また、有機発光層4には、例えば8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体等が用いられ、有機正孔輸送層3には、例えばN'-ジフェニル-N,N'-ビス（3-メチルフェニル）-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン（TPD）が好ましく用いられている。有機電子輸送層5には、例えば8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体等が用いられる。

【0006】図10は上述した有機EL素子を画素対応にマトリクス状に構成した有機EL素子によるディスプレイ装置の部分斜視図である。図10では、図9における有機正孔輸送層3、有機発光層4、有機電子輸送層5を総称して有機層21で示している。他のガラス基板91、陽極2、陰極6は図9と同じ部材で同じ働きをする。以上説明した各電極層、各有機層の厚さは数十～数百ナノメートルオーダーと極めて薄いためそれに対し比較的厚いミリオーダーの基板に固定して補強する必要がある。この補強のために一般には透明なガラス基板が用いられる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した構造の有機EL素子は有機発光層から発光面に対し0～180度の広範囲の方向にわたって出射された光が有機正孔輸送層、ITOの透明導電膜、ガラス基板を経て大気中に放射される。ところが、光が各層の境界面を通過する際に入射側の物質の屈折率が出射側の物質の屈折率よりも大きい場合、臨界角、すなわち屈折波の出射角が90度となる角度よりも大きい角度で入射する光は境界面で全反射されてしまう。

【0008】異種媒体の境界面での光の屈折率の関係は、スネルの法則により、屈折率 $n_1$ の媒体から屈折率 $n_2$ の媒体へ光が進行する場合、 $n_1 > n_2$ であればそのときの臨界角 $\theta$ は、

$$\theta = \sin^{-1}(n_2/n_1)$$

で与えられることでよく知られている。図11に有機EL素子の放射光の原理を示す図である。例えばガラス基板1から大気中に放射される光の場合、図11に示すように通常のガラスの屈折率1.5に対し空気の屈折率は1であるので、この場合の臨界角は、

$$\theta = \sin^{-1}(1/1.5) = 41.8^\circ$$

となり、 $\theta$ がこの臨界角を越える発光部31からの出射光はガラス基板91と空気の境界面で全反射を生じ大気中に放射されなくなってしまう。

【0009】従って、全反射される光はガラス基板91の外部まで到達できないので視覚的に有効な光量が減少し、発光された光の取り出し効率が低下するという問題がある。

【0010】本発明は上記の問題点に鑑みなされたものであって、光の取り出し効率の高いディスプレイ装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の請求項1に記載の発明は、発光層を含む薄膜層が透明基板に密着固定されるとともに発光部から出射された光が透明基板を通じて外部に放射されるディスプレイ装置において、透明基板内に発光部から出射された光の出射角度を変換して外部に放射する角度変換手段を設けたことを特徴とする。

【0012】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のディスプレイ装置において、角度変換手段は発光層から出射された光のうち透明基板の外部との境界面に対して臨界角よりも大きい角度で出射された光の角度を臨界角よりも小さい角度に変換するものであることを特徴とする。

【0013】請求項3に記載の発明は、請求項1に記載のディスプレイ装置において、角度変換手段は透明基板の外部との境界面に対して臨界角よりも大きい角度をもって発光部から出射された光の角度を臨界角よりも小さい角度に変換して、変換された光を境界面に入射させることを特徴とする。

【0014】請求項4に記載の発明は、請求項1ないしは請求項3に記載のディスプレイ装置において、角度変換手段は発光部から出射された光を反射する反射部材からなることを特徴とする。

【0015】請求項5に記載の発明は、請求項4に記載のディスプレイ装置において、矩形状に形成されるとともにそれぞれ所定の間隙をおいてマトリクス状に配置されており、反射部材は断面が楔状に形成されるとともに間隙と対向する位置に設置されることを特徴とする。

【0016】請求項6に記載の発明は、請求項1ないしは請求項3に記載のディスプレイ装置において、角度変換手段は透明基板とは屈折率の異なる透明部材で構成され透明基板を経て入射された光を屈折させることでその角度を変換するものであることを特徴とする。

【0017】請求項7に記載の発明は、請求項6に記載のディスプレイ装置において、発光層は矩形状に形成されるとともに、それぞれ所定の間隙をおいてマトリクス状に配置されており、透明部材は断面が楔状に形成されるとともに間隙と対向する位置に設置されることを特徴とする。

【0018】請求項8に記載の発明は、請求項1ないしは7に記載のディスプレイ装置において、発光層は有機化合物からなることを特徴としている。

【0019】

【作用】透明基板内に角度変換手段を設けたことにより、透明基板と外部との境界面で反射されて透明基板外へ放射されなくなる光を少なくすることができるから、従来装置に比べ発光された光の取り出し効率を向上させることができる。また、角度変換手段の変換特性を適宜選択することにより、透明基板から放射される光の角度変換特性、すなわち視覚特性を選択することができるので、一つの発光層から様々な視覚特性を得ることが可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に本発明を図1、図2を参照しつつ説明する。図1及び図2は、本発明による有機EL素子の構造を示す図である。図1は、有機EL素子を構成する各層の形態を示し、図2は各画素に対する有機EL素子のマトリクス構造を示す図である。図1において、ガラス基板1上に図1に示すようなパターンを有するITOの透明導電膜の陽極2が成膜され、その上に陽極端子13からの発光駆動電流を各透明導電膜の陽極2へ供給するメタルバスライン8を形成し、次に陽極2を他の層から絶縁する絶縁膜9、透明導電膜の赤、青、緑のそれぞれに対応した各有機発光膜(R)、(G)、(B)で構成される有機層21、陰極隔壁6aを有する陰極6が順次形成されている。

【0021】次に、R、G、Bの各画素に対する各層は、図2に示すように各陽極の接続線に対し左右対称に同一色の画素を形成する電極が構成され、R、G、Bの各電極は互いにずらして配置され同一平面上に構成されている。一方陰極6は、上記陽極2の接続線に対し直交するように各2列を同一陰極でカバーされるように構成されている。従って陰極6と陽極2の各一つを選択すれば2つの同一色の隣合った電極を指定することが可能である。なお図1、図2に示されるように各画素は所定の間隙を挟んで配置されており、上記したメタルバスライン8、陰極隔壁6aはこの間隙に設置されている。

【0022】次に、角度変換手段の具体例について図3

を参照して説明する。図3は本発明における有機EL素子の角度変換手段としての楔状部材の部分斜視図である。図3に示すように、上述の構成の有機EL素子の各画素に対応する発光領域を囲むように角度変換手段として金属製の楔状部材11をガラス基板1に埋め込む。楔状部材11はその断面形状が二等辺三角形をなし、その等辺によって有機発光層からなる発光部31からの放射光の一部を反射することによって、その反射光がガラス基板1を透過し大気中に放射される際に、ガラス基板1と空気の境界面での入射角がガラスと空気の臨界角よりも小さくなるように設定する。図4は図3から楔状部材を取り除いた状態を示す。図2からもわかるように各画素は所定の間隙14を挟んでマトリクス状に配置されているが楔状部材11は間隙14に設置される。よって、楔状部材11はメタルバスライン8、陰極隔壁6aに対向する位置に配置されることとなる。

【0023】次に図5を用いて上述のように構成された楔状部材11の作用について説明する。図5は透過光の臨界角の原理を示す図である。すなわち、楔状部材11は頂角が $\phi$ の角度を有する二等辺三角形の断面を有し、有機発光層の一面素を囲むように画素間に配置され、有機発光層の一面素に対応する発光部31の発光面の一発光点を通り発光面に垂直な軸と $\theta_0$ の角度をなすように放射された光は楔状部材11の壁面で反射され、発光部31の発光面に垂直な軸、すなわちガラス基板1に垂直な軸に対し $\theta_1$ の角度でガラス基板1と空気の境界面へ進行する。これはガラス基板1と空気の境界面への入射角が $\theta_1$ ということである。この $\theta_1$ は、図5から明らかに $\theta_1 + \phi/2 = \theta_0$ 、 $-\phi/2$ から $\theta_1 = \theta_0 - \phi$ の関係を持つ。

【0024】従ってガラス基板1と空気の境界面への入射角 $\theta_1$ は発光部31からの放射角 $\theta_0$ よりも $\phi$ だけ小さくすることができ、楔状部材11がない場合のガラス基板1と空気の場合の臨界角よりも実質的に $\phi$ だけ大きな放射角で発光された光まで大気中に放射することが可能となる。

【0025】なお、光量は楔状部材11で反射されることによって若干損失するため、発光部から臨界角より小さな角度で放射される光は、極力楔状部材11で反射させずに直接境界面に到達させるようにした方が良い。

【0026】楔状部材11の高さ及び底辺の幅は、発光部の面積、形状等様々な条件に応じて適宜変更することで、全体として最も光の取り出し効率の良い条件を選択することができる。

【0027】次に、このような楔状部材を形成する方法について説明する。その一方法は、ガラス基板1をバイトにより削り、所望の溝を形成する。次にエッチングにより溝を整形した後、反射壁となる金属の楔状部材11を蒸着により形成する。また、ガラス基板1の代わりに樹脂による成形溝を有する成形樹脂基板を用い、金属を

蒸着して楔状部材11とすることもできる。

【0028】次に、本発明による有機EL素子を用いた場合の大気中への放射光量を、従来の有機EL素子との比としてシミュレーションした結果を図6に示し、その場合の画素及び楔状部材の寸法条件を図7に示す。図6では楔状部材の高さを変化させた場合の全体光量を、従来構造の有機EL素子（楔状部材がない場合）の全体光量に対する比として求めた。

【0029】図6において、記号aで示した曲線は楔状部材11の底面幅を $30\mu\text{m}$ とした場合の楔状部材11の高さと光量比の関係である。また、記号bで示した曲線は楔状部材11の底面幅を $20\mu\text{m}$ とした場合の楔状部材11の高さと光量比の関係である。図6からわかるように、いずれの底面幅に対しても楔状部材の高さが $20\mu\text{m}$ では約30%の光量増となり、楔状部材11の高さが $30\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ では幅の狭い $20\mu\text{m}$ の方が $30\mu\text{m}$ の方よりも光量増加が大きく、概ね50%を超える光量増加が見込めることが分かる。

【0030】なお図7に示すように、シミュレーションモデルの寸法は、一面素が $75 \times 135(\mu\text{m})$ の長方形であり、画素の周囲には楔状部材11を設置するスペースとして幅 $30(\mu\text{m})$ の間隙が設けられている。

【0031】以上の説明では、楔状部材の形状を二等辺三角形の断面を有するものとして説明したが、この形状に限らず、断面形状が台形の反射部材や、反射面が曲面、球面の反射部材等、本発明の主旨を逸脱しない範囲で様々な形状が選択できることはいうまでもない。なお、楔状部材の反射壁の形状を変更するとディスプレイの視覚特性も変化するので、楔状部材11の形状を適宜選択することにより、所望の視覚特性を得ることが可能である。

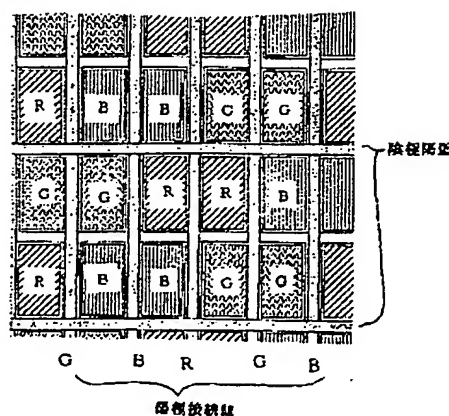
【0032】次に、角度変換手段である金属反射壁の楔状部材に代わってガラス基板等の透明基板より屈折率が小さな透明部材を楔状部材とすることによっても光量増加を図ることができる。その場合の例を図8に示す。図8において、楔状部材41をガラス基板よりも屈折率が小さい部材で構成することにより、ガラス基板1から楔状部材41へ光が入射するとその入射角が臨界角よりも大きい図8のbで示す光路のように大気中へ放射される。図8のaで示す光路はガラス基板を介して直接大気中に放射される場合を示す。

【0033】図8のcで示す光路は、その一部は図8のbの場合と同様にガラス基板と楔状部材41の境界面で反射され、残りの部分は図8のdで示すようにガラス基板から楔状部材41へ進入する際に屈折され、さらに楔状部材41からもう一度ガラス基板に進入する際に屈折され、最後にガラス基板から大気中に進入する際に屈折される。屈折の程度は、楔状部材41とガラス基板の屈折率に依存するが、その進行方向はガラス基板1と楔状部材41の境界面の傾斜角度により変化する。

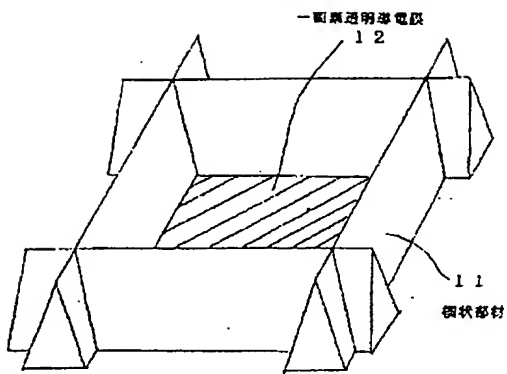
【図１】本発明における有機ＥＬ素子の構造を示す図である。

- 1, 9 1 . . . . ガラス基板
- 2 . . . . 陽極 (ITO透明導電膜)
- 3 . . . . 有機正孔輸送層
- 4 . . . . 有機発光層
- 5 . . . . 有機電子輸送層
- 6 . . . . 陰極
- 6 a . . . . 陰極隔壁
- 7 . . . . 電源
- 8 . . . . メタルバスライン
- 9 . . . . 絶縁膜
- 1 1, 4 1 . . . . 楔状部材
- 1 2 . . . . 一画素透明導電膜
- 1 3 . . . . 陽極接続線
- 1 4 . . . . 間隙
- 2 1 . . . . 有機層
- 3 1 . . . . 発光部

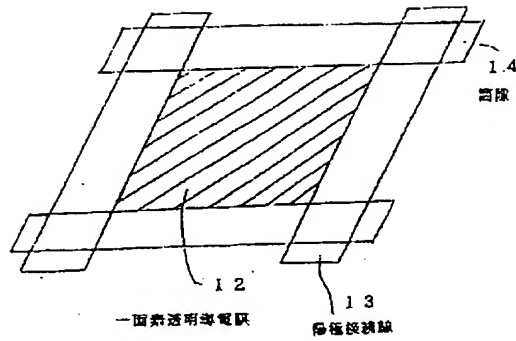
【図2】



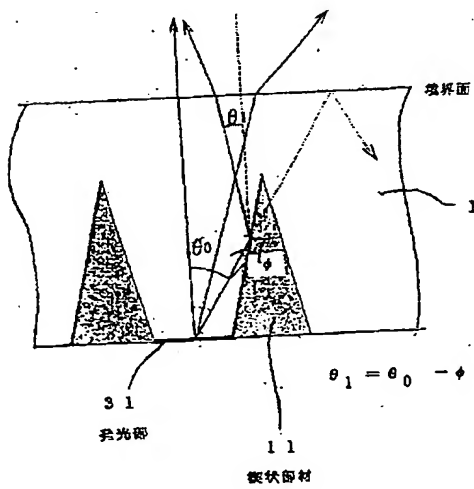
【図3】



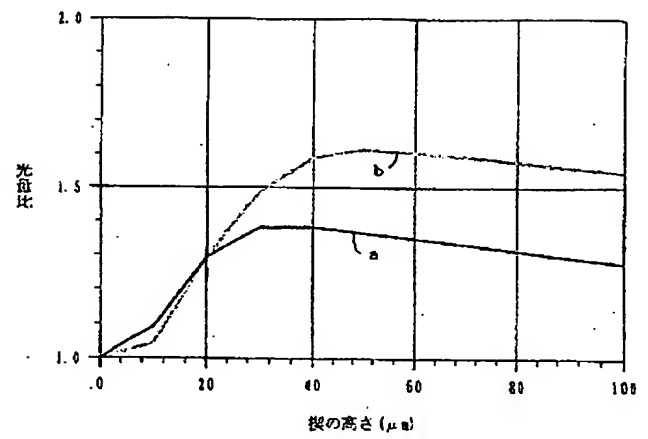
【図4】



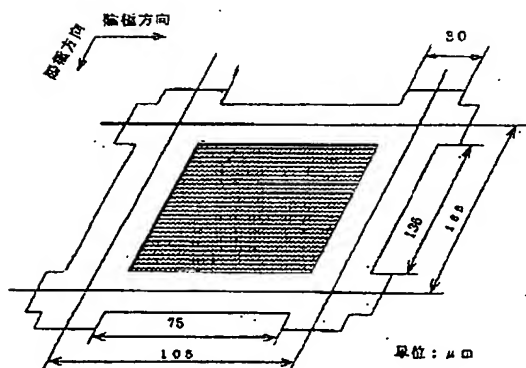
【図5】



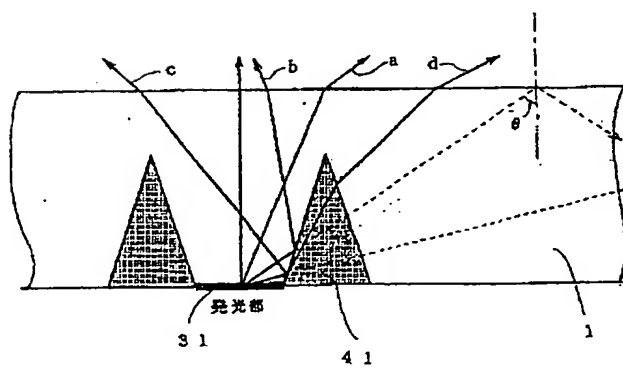
【図6】



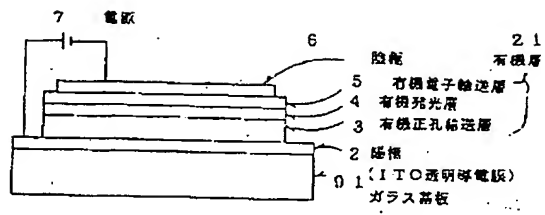
【図7】



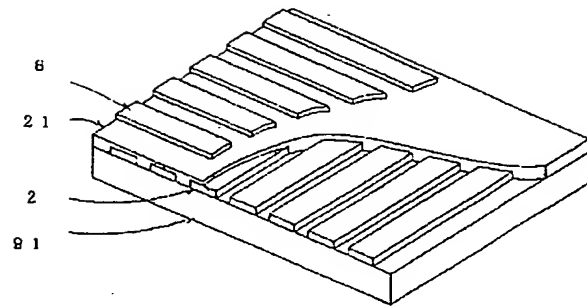
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

